

ЭВОЛЮЦИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ 03X17H12M2 В ПРОЦЕССЕ ОДНООСНОЙ ПРОКАТКИ

Однoboкoвa M.B.

Руководитель – д.ф.-м.н. Беляков A.H.

Белгородский государственный национальный исследовательский
университет, г. Белгород,
odnobokova@bsu.edu.ru

Изучено формирование нанокристаллической структуры в аустенитной нержавеющей стали 03X17H12M2 в процессе одноосной прокатки при комнатной температуре. Показано, что одноосная прокатка до $\varepsilon \approx 4$ приводит к формированию нанокристаллической структуры со средним размером зерен 60 нм. Формированию нанокристаллической структуры способствует развитие механического двойникования и частичного мартенситного превращения, которое приводит к уменьшению удельной доли аустенита до 0.45 при достижении истинной степени деформации $\varepsilon \approx 4$.

Аустенитные нержавеющие стали представляют собой один из наиболее востребованных классов конструкционных материалов, так как обладают уникальным сочетанием механических, технологических и функциональных свойств [1,2]. Однако применение нержавеющих аустенитных сталей в ряде изделий конструкционного назначения и инструмента сдерживается их относительно невысоким пределом текучести. Прочностные свойства конструкционных сталей могут быть существенно улучшены за счет формирования нанокристаллической структуры, которая может быть получена интенсивной пластической обработкой. В настоящее время существует целый ряд методов интенсивной пластической обработки, среди которых ковка и прокатка являются наиболее простыми и производительными. В данной работе исследованы структурные изменения в аустенитной коррозионно-стойкой стали в процессе одноосной прокатки до различных степеней деформации.

Для проведения исследований использовали аустенитную нержавеющую сталь 03X17H12M2 следующего химического состава, % (масс): 0.04C, 17.3Cr, 10.7Ni, 1.7Mn, 0.4Si, 0.04P, 0.05S, 2Mo, 0.09V, 0.04Ti, 0.05Nb, 0.4 Cu, 0.19Co, остальное – Fe. Предварительная термообработка стали заключалась в нагреве до 1100 °C и выдержке в течении 10 мин с последующим охлаждением в воду. Одноосную прокатку образцов с исходным поперечным сечением 9,2×9,2 мм² проводили при комнатной температуре до истинных степеней деформации $\varepsilon \approx 0,4$; 1,2; 2 и 4. Истинную степень деформации оценивали по формуле $\varepsilon = \ln(F_0/F_k)$, где F_0 и F_k – начальная и конечная площади поперечного сечения. Структурные исследования выполняли с помощью просвечивающего электронного микроскопа Jeol “JEM-2100” и растрового электронного микроскопа

NovaNanoSEM 450 оснащенного детектором регистрации обратно-рассеянных электронов (метод EBSD).

Одноосная прокатка приводит к фрагментации зерен и формированию ламельной структуры. После прокатки до истинной степени деформации $\varepsilon \approx 0,4$ размер (суб)зерен уменьшился от 20 мкм до 120 нм (рис.1а).

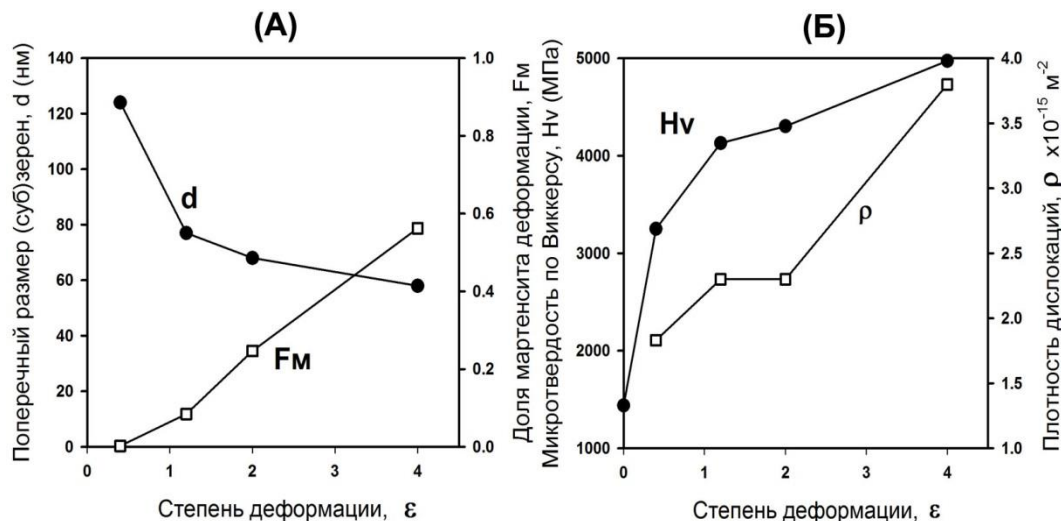


Рис.1 Влияние степени деформации на поперечный размер (суб)зерен, долю мартенсита деформации, микротвердость по Виккерсу и плотность дислокаций аустенитной стали 03X17H12M2

Существенный вклад в измельчение структуры при $\varepsilon \approx 0,4$ вносит двойникование (рис.2а). Дальнейшая пластическая деформация сопровождалась мартенситным превращением, которое является еще одним механизмом фрагментации зерен. Так после прокатки до $\varepsilon \approx 1,2$ размер зерен составил 77 нм.

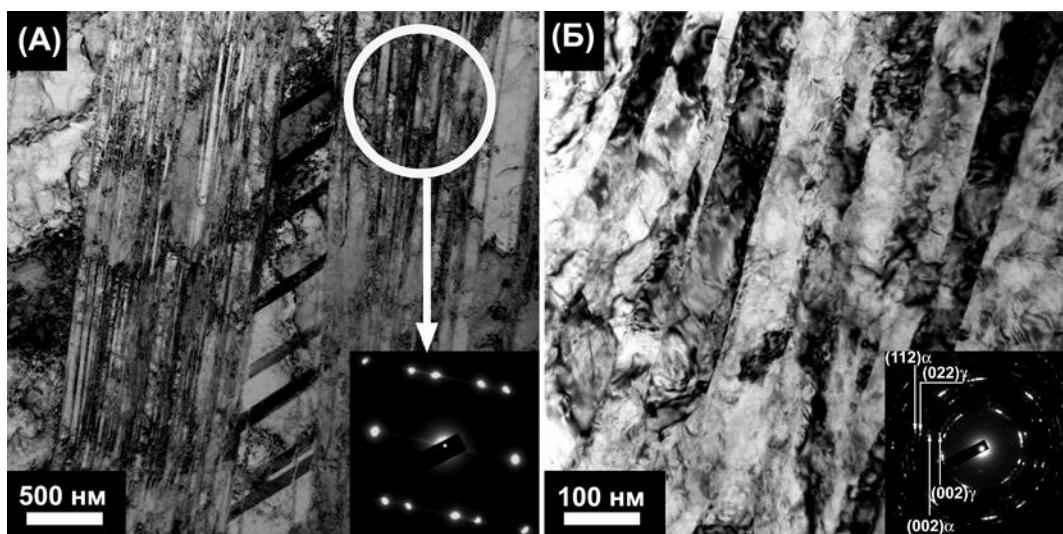


Рис.2 Микроструктура аустенитной стали 03X17H12M2 после холодной прокатки до истинной степени деформации $\varepsilon \approx 0.4$ (А) и $\varepsilon \approx 4$ (Б).

Постепенное увеличение доли мартенсита деформации коррелирует с плавным повышением микротвердости при холодной прокатке (рис.1). При степени деформации $\varepsilon \approx 4$ микротвердость по Виккерсу составила 4973 МПа, что почти в 3,5 раза больше, чем в исходном состоянии (рис.1б).

В процессе одноосной прокатки до $\varepsilon \approx 4$ формируется однородная структура, состоящая из вытянутых зерен аустенита и мартенсита деформации с поперечным размером (суб)зерен 60 нм с высокой плотностью внутризеренных дислокаций $> 10^{15} \text{ м}^{-2}$ (рис.2б).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. М. И. Гольдштейн, С.В Грачев, Ю.Г. Векслер Ю.Г. Специальные стали: Учебник для вузов –М.: Металлургия, 1985. 408с.
2. Сагарадзе В.В., Уваров А. И. Упрочнение и свойства аустенитных сталей. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. - 720с.